

5-13-04

RFW

ATTORNEY DOCKET
071308.0490

PATENT APPLICATION
10/723,214

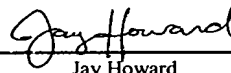
1

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Ralf Förster et al.
Serial No.: 10/723,214
Date Filed: November 26, 2003
Group Art Unit: 3747
Examiner: Unknown
Title: **IGNITION SYSTEM FOR AN INTERNAL
COMBUSTION ENGINE**

MAIL STOP – Issue Fee
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this
correspondence is being deposited with
the United States Postal Service as
Express Mail No. EV352389394US
addressed to: Mail Stop – Issue Fee,
Commissioner of Patents, Office, P.O.
Box 1450, Alexandria, VA 22313-
1450, on the date shown below.


Jay Howard

5/12/04

Date

Dear Sir:

TRANSMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Applicants enclose a certified copy of the German Patent Application 101 27 362.2
filed June 6, 2001.

ATTORNEY DOCKET
071308.0490

PATENT APPLICATION
10/723,214

2

REMARKS

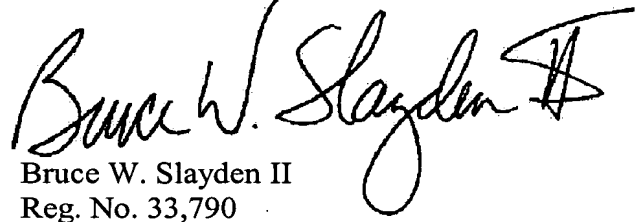
The Commissioner is hereby authorized to charge any fees or credit any overpayment to Deposit Account No. 50-2148 of Baker Botts L.L.P.

If there are any matters concerning this Application that may be cleared up in a telephone conversation, please contact Applicants' attorney at 512.322.2606.

Respectfully submitted,

BAKER BOTTS L.L.P.

Attorneys for Applicants



Bruce W. Slayden II
Reg. No. 33,790

Date: May 12, 2004

Correspondence Address:

Customer No. **31625**

512.322.2606

512.322.8306 (Fax)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 27 362.2

Anmeldetag: 6. Juni 2001

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Zündanlage für eine Brennkraftmaschine

IPC: F 02 P 3/045

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eberhard'.

Eberhard

05.05.01



15

Zusammenfassung

Zündanlage für eine Brennkraftmaschine

- 5 Zündanlage (1, 2, 41) für eine Brennkraftmaschine mit einem Ausgang zur elektrischen Aktivierung eines Zündelementes (9) für einen Brennraum der Brennkraftmaschine, einem Energiespeicher (3) zur Speicherung der zur Aktivierung des Zündelementes (9) erforderlichen elektrischen Energie, einem mit dem
- 10 Energiespeicher (3) verbundenen Schaltelement (4) zur Aufladung des Energiespeichers (3) während einer vorgegebenen Ladezeit sowie einer Messeinheit zur Erfassung des Ladezustands des Energiespeichers (3), wobei zur Festlegung der Ladezeit für den Energiespeicher ein ausgangsseitig mit dem Schaltelement
- 15 (4) verbundener Zeitgeber vorgesehen ist und die Messeinheit (6, 10-12) in einer Rückkopplungsschleife mit dem Zeitgeber verbunden ist, so dass der Zeitgeber die Ladezeit in Abhängigkeit von dem gemessenen Ladezustand des Energiespeichers regelt.

20

(Figur 1)

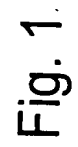
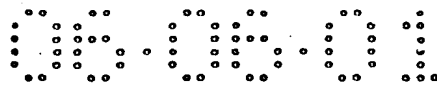


Fig. 1.



Beschreibung

Zündanlage für eine Brennkraftmaschine

- 5 Die Erfindung betrifft eine Zündanlage für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei nicht-selbstzündenden Brennkraftmaschinen erfolgt die Zündung des Kraftstoffgemischs in den Brennräumen der Brennkraftmaschine üblicherweise durch eine Zündkerze, über die
10 sich eine Zündspule entlädt.

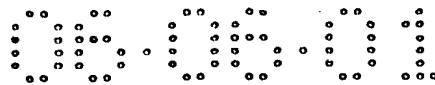
Wichtig ist hierbei, dass vor dem Zündvorgang eine hinreichend große Energiemenge in der Zündspule gespeichert ist, um
15 einen Zündfunken auslösen zu können, was einen entsprechend großen elektrischen Strom durch die Zündspule voraussetzt.

Andererseits sollte die in der Zündspule gespeicherte elektrische Energie auch nicht zu groß sein, da dies zu einer erhöhten thermischen Belastung von Zündspule und Zündendstufe
20 führt und darüber hinaus den Verschleiß der Zündkerze erhöht.

Vor jedem Zündvorgang sollte also die in der Zündspule gespeicherte elektrische Energie innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite liegen, um bei minimaler thermischer Belastung von
25 Zündspule und Zündendstufe und möglichst geringem Verschleiß der Zündkerze eine sichere Auslösung eines Zündfunkens zu ermöglichen.

Es sind deshalb Zündendstufen basierend auf Darlington-Transistoren bekannt, die eine Strombegrenzung ermöglichen, wodurch die Energie in der Zündspule begrenzt wird.
30

Nachteilig an derartigen strombegrenzenden Zündendstufen ist jedoch die Tatsache, dass aufgrund der Strombegrenzung in der Zündendstufe eine große Verlustleistung umgesetzt wird.
35



Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Zündanlage für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die eine möglichst genaue Einstellung der Zündenergie bzw. des Zündstroms ermöglicht, ohne dass eine große Verlustleistung auftritt.

Die Erfindung wird, ausgehend von einer bekannten Zündanlage für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, anstelle einer Strombegrenzung die Ladezeit für die Zündspule zu regeln, wobei die Regelung der Ladezeit in Abhängigkeit von dem elektrischen Strom am Ende der Ladezeit erfolgt.

Die erfindungsgemäße Zündanlage weist deshalb einen Zeitgeber auf, der die Dauer der Ladezeit und damit den Energiegehalt der Zündspule vor dem nächsten Zündvorgang festlegt.

Darüber hinaus weist die erfindungsgemäße Zündanlage eine Messeinheit zur Erfassung des Ladezustands des Energiespeichers auf, wobei die Messeinheit in einer Rückkopplungsschleife mit dem Zeitgeber verbunden ist, um die Ladezeit in Abhängigkeit von dem am Ende der Ladezeit sich einstellenden Ladezustand zu variieren.

Falls der Energiegehalt der Zündspule am Ende der Ladezeit zu gering ist, um einen Zündfunken auszulösen, so wird die Ladezeit durch die Rückkopplungsschleife hochgeregelt, so dass der Energiegehalt der Zündspule beim nächsten Ladevorgang größer wird. Hierzu wird der Einschaltzeitpunkt des mit der Zündspule verbundenen Schaltelementes nach vorne verlegt, wohingegen der Abschaltzeitpunkt und damit das Ende des Ladevorgangs beibehalten wird, da dieser Zeitpunkt durch den Zündzeitpunkt entsprechend der jeweiligen Kurbelwellenstellung vorgegeben ist.

Falls die Messeinheit dagegen erkennt, dass der Energiegehalt der Zündspule am Ende der Ladezeit größer als nötig ist, so wird die Ladezeit durch die Rückkopplungsschleife herunterge-
regelt, indem der Einschaltzeitpunkt des mit dem Energiespei-
15 cher verbundenen Schaltelements nach hinten verschoben wird, wodurch sich die Ladezeit verringert. Auch hierbei wird je-
doch der Abschaltzeitpunkt und damit das Ende der Ladezeit beibehalten, da dieser Zeitpunkt durch den vorgegebenen Zünd-
zeitpunkt festgelegt ist.

10

Vorzugsweise weist die Messeinheit zur Messung des Ladezu-
standes einen Messwiderstand auf, der mit dem Energiespeicher
bzw. der Zündspule in Reihe geschaltet ist, so dass die über
dem Messwiderstand abfallende elektrische Spannung eine Be-
15 stimmung des Energiegehaltes der Zündspule ermöglicht.

20

Vorzugsweise ist in der Rückkopplungsschleife zwischen der
Messeinheit und dem Zeitgeber ein Schwellenwertglied angeord-
net, das den gemessenen Ladestatus des Energiespeichers mit
einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht und in Abhängig-
20 keit von dem Vergleich ein Steuersignal für den Zeitgeber er-
zeugt. Bei dieser Ausführungsform wird also über die Rück-
kopplungsschleife nur ein digitales Signal übertragen, das
angibt, ob die Ladezeit zu groß oder zu klein ist.

25

30

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die
Datenübertragung zwischen dem Zeitgeber einerseits und der
Messeinheit und dem steuerbaren Schaltelement andererseits
über eine bidirektionale Steuerleitung. Die Datenübertragung
30 von der Messeinheit zu dem Zeitgeber erfolgt hierbei vorzugs-
weise dadurch, dass die Messeinheit eine steuerbare Stromsen-
ke oder eine steuerbare Stromquelle ansteuert, um auf der bi-
direktionalen Steuerleitung ein Stromsignal zur Rückmeldung
an den Zeitgeber einzuprägen.

35

Darüber hinaus ist vorzugsweise eine Spannungsmesseinheit mit
dem Energiespeicher verbunden, welche die Zündspannung über-

wacht, wobei die Spannungsmesseinheit ausgangsseitig über eine steuerbare Stromquelle oder eine steuerbare Stromsenke mit der bidirektionalen Steuerleitung verbunden ist, um auf der Steuerleitung ein Stromsignal entsprechend der gemessenen Spannung einzuprägen. Auf diese Weise kann dem Zeitgeber auch eine Information über die Dauer des Zündfunken übermittelt werden.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Zündanlage,

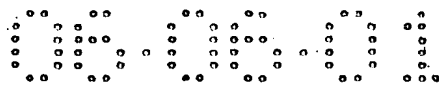
Figur 2 Impulsdigramme zur Verdeutlichung der Datenübertragung zwischen dem Steuergerät und der Zündvorrichtung,

Figur 3 ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zündanlage sowie

Figur 4-6 Impulsdigramme der in Figur 3 dargestellten Zündanlage.

Die in Figur 1 dargestellte Zündanlage besteht aus einem Steuergerät 1 und einer Zündvorrichtung 2 mit einer integrierten Zündspule 3 und einer ebenfalls integrierten Zündendstufe 4, wobei das Steuergerät 1 über eine bidirektionale Steuerleitung 5 mit der Zündvorrichtung 2 verbunden ist.

Die Steuerleitung 5 ermöglicht zum einen die Steuerung des Ladevorgangs der Zündspule 3 und erlaubt zum anderen eine Rückmeldung von der Zündvorrichtung 2 zu dem Steuergerät 1 über den Ladezustand der Zündspule 3 und die Funkenbrenndauer, wie noch detailliert beschrieben wird.



Im folgenden wird zunächst der strukturelle Aufbau der Zündvorrichtung 2 und des Steuergeräts 1 beschrieben, um anschließend auf deren Funktionsweise eingehen zu können.

- 5 Die Zündspule 3 ist mit der aus einem IGBT bestehenden Zündendstufe 4 und einem Messwiderstand 6 in Reihe zwischen Batteriespannung U_{BAT} und Masse geschaltet, so dass die Zündspule 3 mit dem Messwiderstand 6 beim Durchschalten der Zündendstufe 4 ein RL-Glied bildet.

10

Das Gate der Zündendstufe 4 ist über einen Treiber 7 mit dem Steuereingang der Zündvorrichtung 2 verbunden, über den die Zündvorrichtung 2 durch die bidirektionale Steuerleitung 5 mit dem Steuergerät 1 verbunden ist. Das Steuergerät 1 kann also über die bidirektionale Steuerleitung 5 die Zündendstufe 4 durchschalten, woraufhin der elektrische Strom durch die Zündspule 3 weitgehend linear ansteigt, wie in Figur 2 dargestellt ist.

15

- 20 Ausgangsseitig ist die Zündspule 3 über eine Diode 8 mit einer Zündkerze 9 verbunden, so dass sich die Zündspule 3 beim Sperren der Zündendstufe 4 über die Zündkerze 9 entladen kann, wobei ein Zündfunken erzeugt wird.

25

Zwischen der Zündendstufe 4 und dem Messwiderstand 6 ist ein Abgriff zur Spannungsmessung vorgesehen, der mit einem Messeingang eines Komparators 10 verbunden ist. Der andere Eingang des Komparators ist mit einem Mittenabgriff eines Spannungsteilers verbunden, der aus zwei Widerständen 11, 12 besteht, wobei die Größe des Widerstands 12 einen Referenzstromwert für die Aufladung der Zündspule 3 definiert.

30

- Ausgangsseitig ist der Komparator 10 mit der Basis eines Transistors 13 verbunden, der den Steuereingang der Zündvorrichtung über einen Widerstand 14 mit Masse verbindet und eine steuerbare Stromsenke bildet. Beim Durchschalten des Transistors 13 wird der Steuereingang der Zündvorrichtung 2 näm-

35

lich über den Widerstand 14 auf Masse gezogen, so dass die Zündvorrichtung 2 über die bidirektionale Verbindungsleitung einen zusätzlichen Strom von dem Steuergerät zieht, was von diesem erkannt werden kann. Das Durchschalten des Transistors 13 erfolgt dann, wenn der Komparator 10 erkennt, dass der durch die Zündspule 3 fließende elektrische Strom den vorgegebenen Referenzstromwert überschreitet.

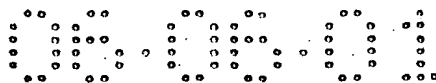
Darüber hinaus weist die Zündvorrichtung 2 eine weitere steuerbare Stromsenke auf, die aus einem Transistor 15 und einem mit Masse verbundenen Widerstand 16 besteht, wobei die Ansteuerung des Transistors 15 durch eine nur schematisch dargestellte Diagnoseschaltung 17 erfolgt.

Schließlich ermöglicht die Zündvorrichtung 2 auch noch die Übertragung der Funkenbrenndauer. Hierzu ist der masseseitige Anschluss der Zündspule 3 über einen Widerstand 18 mit einem Eingang eines Komparators 19 verbunden, wobei der andere Eingang des Komparators 19 mit Batteriespannung U_{BAT} verbunden ist. Der Komparator 19 vergleicht also die über der Zündspule 3 abfallende elektrische Spannung mit einem vorgegebenen Referenzspannungswert, um ermitteln zu können, ob ein Zündfunke abgegeben wird.

Ausgangsseitig ist der Komparator mit einer steuerbaren Stromquelle verbunden, die aus einem Transistor 20 und einem Widerstand 21 besteht, wobei der Transistor 20 den Steuereingang der Zündvorrichtung 2 beim Durchschalten über den Widerstand 21 mit Batteriespannung U_{BAT} verbindet, so dass die Stromquelle einen Strom über die bidirektionale Steuerleitung treibt, was zu einer Herabsetzung des von der Zündvorrichtung 2 über die bidirektionale Steuerleitung von dem Steuergerät 1 gezogenen elektrischen Stroms führt, wie in Figur 2 dargestellt ist.

35

Im folgenden wird nun der strukturelle Aufbau des Steuergeräts 1 beschrieben.



11

Zur Einleitung des Ladevorgangs für die Zündspule 3 weist das Steuergerät einen Anschluss 22 auf, der beispielsweise von einem nicht dargestellten Mikroprozessor angesteuert werden kann, wobei der Mikroprozessor als Zeitgeber dient und die Ladezeit für die Zündspule 3 festlegt. Der Anschluss 22 ist low-aktiv und über einen Treiber 23 mit der Basis von zwei Transistoren 24, 25 verbunden, wobei der Treiber 23 der Pegelanpassung zwischen der bidirektionalen Steuerleitung 5 und dem Anschluss 22 zur Verbindung mit einem Mikroprozessor dient. Bei einem logischen Low-Pegel an dem Anschluss 22 schaltet also der Transistor 24 durch, wohingegen der Transistor 25 bei einem logisch High-Pegel durchschaltet.

Der Transistor 25 ist hierbei masseseitig über einen Messwiderstand 26 mit Masse verbunden und dient im Rahmen der Zünddiagnose zur Bestimmung der von der Zündvorrichtung 2 über die bidirektionale Steuerleitung 5 übertragenen Funkenbrenndauer. Hierzu ist der Messwiderstand 26 mit den beiden Eingängen eines Komparators 27 verbunden, der somit den durch den Messwiderstand 26 fließenden Strom mit einem vorgegebenen Referenzwert vergleicht.

Ausgangsseitig ist der Komparator 27 mit der Basis eines Transistors 28 verbunden, der beim Durchschalten einen Anschluss 28 auf Masse zieht. Das digitale Signal an dem Anschluss 29 gibt also den Strom durch den Messwiderstand wieder und ist während der Funkenbrenndauer auf Low.

Der Transistor 24 ist über einen Messwiderstand 30 mit Batteriespannung U_{BAT} verbunden, wobei der Messwiderstand 30 wiederum mit den beiden Eingängen eines Komparators 31 verbunden ist, der somit den durch den Messwiderstand 30 fließenden elektrischen Strom mit einem vorgegebenen Referenzwert vergleicht.

Ausgangsseitig ist der Komparator 31 mit der Basis eines Transistors 32 verbunden, der beim Durchschalten einen An-

schluss 33 auf Masse zieht, so dass der Anschluss 33 einen Low-Pegel annimmt, wenn der Strom durch den Messwiderstand 30 den vorgegebenen Referenzwert übersteigt.

- 5 Im folgenden wird nun unter Bezugnahme auf die in Figur 2 dargestellten Signalverläufe die Funktionsweise der vorstehend beschriebenen Anordnung erläutert.

10 An dem Anschluss 22 des Steuergeräts 1 liegt ein Signal 34 an, das von einem nicht dargestellten Mikroprozessor erzeugt wird, wobei das Signal 34 während der Low-Phase den Transistor 24 und während der High-Phase den Transistor 25 durchschaltet, so dass die bidirektionale Steuerleitung 5 einen vorgegebenen Signalverlauf 35 mit einem bestimmten elektrischen Potential annimmt.

15 Das Durchschalten des Transistors 24 führt wiederum dazu, dass auch die Zündendstufe 4 in der Zündvorrichtung 2 durchschaltet, so dass durch die Reihenschaltung aus der Zündspule 3, der Zündendstufe 4 und dem Messwiderstand 6 ein annähernd linear zunehmender Strom mit einem vorgegebenen Signalverlauf 36 fließt. Die Linearität des Stromverlaufs 36 folgt aus der Tatsache, dass die Induktivität der Zündspule 3 nicht konstant ist.

25 Die Zunahme des elektrischen Stroms durch die Zündspule 3 und den Messwiderstand 6 führt zu einer zunehmenden Spannungsdifferenz an den Eingängen des Komparators, so dass der Komparator 10 den Transistor 13 durchschaltet, wenn der Strom durch die Zündspule 3 einen vorgegebenen Schwellenwert I_{th} erreicht. Das Durchschalten des Transistors 13 führt dann dazu, dass die bidirektionale Steuerleitung 5 in der Zündvorrichtung 2 über den Widerstand 14 auf Masse gezogen wird, so dass ein größerer Strom über die bidirektionale Steuerleitung 5 fließt, wie aus dem Signalverlauf 37 ersichtlich ist. Der größere Stromfluss über den Widerstand 30 und die bidirektionale Steuerleitung 5 führt dazu, dass der Komparator 31 den

Transistor 32 durchschaltet, so dass der Anschluss 33 auf Masse gezogen wird, wie anhand des Signalverlaufs 38 dargestellt ist.

- 5 Die Low-Phase des Signalverlaufs 38 wird von einem Zähler in dem nicht dargestellten Mikroprozessor ausgewertet. Nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit setzt der als Zeitgeber dienende Mikroprozessor den Anschluss 22 wieder auf logisch High, so dass der Transistor 24 sperrt und der Transistor 25 durch-
- 10 schaltet, wobei das elektrische Potential auf der bidirektionalen Steuerleitung auf logisch Low gezogen wird, wie an dem Signalverlauf 35 erkennbar ist. Darüber hinaus führt das Sperren des Transistors 24 auch zu einem Sperren der Zündend-
- 15 stufe 4, woraufhin der Strom durch die Zündspule 3 schlagartig einbricht, wie aus dem Signalverlauf 36 entnehmbar ist.

- Da sich der Strom durch die Zündspule 3 aufgrund der Induktivität der Zündspule 3 nicht schlagartig ändern kann entlädt sich die Zündspule 3 über die Zündkerze 9, so dass ein Zünd-
- 20 funken abgegeben wird. Hierbei wird in der Zündspule 3 primärseitig eine Spannung induziert, wie an dem Signalverlauf 39 erkennbar ist. Die primärseitige Induktion der Spannung in der Zündspule während des Zündvorgangs führt dazu, dass der Komparator 19 den Transistor 20 der steuerbaren Stromquelle
- 25 durchschaltet, so dass die Zündvorrichtung 2 einen Strom über die bidirektionale Steuerleitung 5 in Richtung des Steuergeräts 1 treibt, wie anhand des Signalverlaufs 37 erkennbar ist. Während des Zündvorgangs ändert sich also die Polarität des über die bidirektionale Steuerleitung 5 fließenden
- 30 Stroms. Der auf diese Weise von der Zündvorrichtung getriebene Strom fließt über den Transistor 25 und den Messwiderstand 26 gegen Masse, so dass der Komparator 27 den Transistor 28 durchschaltet, woraufhin der Anschluss 29 auf Masse gezogen wird, wie an dem Signalverlauf 40 erkennbar ist. Der Low-
- 35 Pegel an dem Anschluss 29 signalisiert also die Dauer des Zündfunken. Auf diese Weise kann der an dem Anschluss 29 angeschlossene nicht dargestellte Mikroprozessor erkennen, ob

die in der Zündspule 3 vor dem eigentlichen Zündvorgang gespeicherte elektrische Energie ausgereicht hat, um einen Zündfunken auszulösen.

5 Der an den Anschlüssen 22, 29 und 33 angeschlossene Mikroprozessor regelt hierbei den Einschaltzeitpunkt für die Zündendstufe 4 in Abhängigkeit von der Rückmeldung über den Ladezustand.

10 Figur 3 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zündanlage 41, das weitgehend mit dem vorstehend beschriebenen und in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel übereinstimmt, so dass im folgenden dieselben Bezugszeichen verwendet werden und diesbezüglich zur Vermeidung
15 von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung zu Figur 1 verwiesen wird.

Die Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht im wesentlichen in der integrierten Ausführung ohne eine Trennung
20 des Steuergeräts 1 von der Zündvorrichtung 2.

Dementsprechend ist die Zündanlage 41 ausgangsseitig über eine elektrische Leitung mit einem Zündaggregat 42 verbunden, das die Zündspule 3, die Diode 8 sowie die Zündkerze 9 um-
25 fasst.

Die Funktionsweise der in Figur 3 dargestellten Zündanlage 41 wird durch die in den Figuren 4 bis 6 dargestellten Impulsdigramme verdeutlicht, wobei dieselben Bezugszeichen wie in
30 Figur 2 verwendet werden und diesbezüglich auf die vorstehende Beschreibung zu Figur 2 verwiesen wird.

Darüber hinaus zeigen die in den Figuren 4 bis 6 dargestellten Impulsdigramme noch einen Zählerstand 43 des nicht dargestellten Mikroprozessors, wobei der Zähler jeweils dann getriggert wird, wenn der durch die Zündspule fließende Strom 3
35 einen vorgegebenen Schwellenwert I_{th} überschreitet. Auf diese

Weise gibt der Zählerstand 43 an, in welchem Maße der Schwellenwert erreicht oder überschritten wird.

Bei dem Impulsdiagramm gemäß Figur 5 sowie bei dem in Figur 4 links dargestellten Impulsdiagramm ist die Einschaltzeit der Zündendstufe 4 und damit die Ladezeit der Zündspule 3 optimal, was daraus hervorgeht, dass der vorgegebene Schwellenwert I_{th} des Ladestroms erreicht wird, ohne diesen wesentlich zu überschreiten.

Im Gegensatz dazu ist die Ladezeit bei dem in Figur 4 in der Mitte und in Figur 6 links dargestellten Impulsdiagramm zu groß, was daraus hervorgeht, dass der Ladestrom den vorgegebenen Schwellenwert I_{th} wesentlich überschreitet. In Figur 6 ist die zu lange Ladezeit auch daran erkennbar, dass der Ladestrom bei aufeinanderfolgenden Zündvorgängen immer weiter ansteigt.

Schließlich ist in den Figuren 4 und 6 jeweils auf der rechten Seite ein Impulsdiagramm dargestellt, bei dem die Einschaltzeit zu kurz ist. Dies geht daraus hervor, dass der Ladestrom den vorgegebenen Schwellenwert I_{th} nicht erreicht und bei mehreren aufeinanderfolgenden Zündfunken immer weiter abfällt.

Demzufolge wird der in den Figuren 1 und 3 nicht dargestellte Mikroprozessor den Einschaltzeitpunkt der Zündendstufe 4 vor- oder zurückverlegen, um die Ladezeit so einzustellen, dass sich am Ende der Ladezeit der gewünschte Ladestrom einstellt.

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen denkbar, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und in den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Zündanlage (1, 2, 41) für eine Brennkraftmaschine, mit

5 einem Ausgang zur elektrischen Aktivierung eines Zündelements
(9) für einen Brennraum der Brennkraftmaschine,

10 einem mit dem Ausgang verbundenen elektrischen Energiespei-
cher (3) zur Speicherung der zur Aktivierung des Zündelements
(9) erforderlichen elektrischen Energie,

15 einem mit dem Energiespeicher (3) verbundenen steuerbaren
Schaltelement (4) zur Aufladung des Energiespeichers (3) wäh-
rend einer vorgegebenen Ladezeit,

einer Messeinheit (6, 10-12) zur Erfassung des Ladezustands
des Energiespeichers (3),

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass zur Festlegung der Ladezeit für den Energiespeicher (3)
ein ausgangsseitig mit dem Schaltelement (4) verbundener
Zeitgeber (22, 29, 33) vorgesehen ist,

25 wobei die Messeinheit (6, 10-12) in einer Rückkopplungs-
schleife mit dem Zeitgeber (22, 29, 33) verbunden ist,
so dass der Zeitgeber (22, 29, 33) die Ladezeit in Abhängig-
keit von dem gemessenen Ladezustand des Energiespeichers (3)
regelt.

30 2. Zündanlage (1, 2, 41) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Messeinheit (6, 10-12) einen Messwiderstand (6) auf-
weist, der mit dem Energiespeicher in Reihe geschaltet ist.

35

3. Zündanlage (1, 2, 41) nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass in der Rückkopplungsschleife zwischen der Messeinheit
(6, 10-12) und dem Zeitgeber (22, 29, 33) ein Schwellenwert-
glied (10) angeordnet ist, das den gemessenen Ladezustand des
5 . Energiespeichers (3) mit einem vorgegeben Schwellenwert ver-
gleicht und in Abhängigkeit von dem Vergleich ein Steuersig-
nal für den Zeitgeber (22, 29, 33) erzeugt.

10 4. Zündanlage (1, 2, 41) nach mindestens einem der vorherge-
henden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Messeinheit (6, 10-12) und das Schaltelement (4) ei-
nerseits und der Zeitgeber (22, 29, 33) andererseits über ei-
ne bidirektionale Steuerleitung (5) miteinander verbunden
15 sind.

20 5. Zündanlage (1, 2, 41) nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Messeinheit (6, 10-12) über eine steuerbaren Strom-
senke (13, 14) und/oder eine steuerbare Stromquelle (20, 21)
mit der Steuerleitung verbunden ist, um auf der Steuerleitung
ein Stromsignal (37) zur Rückmeldung an den Zeitgeber einzu-
prägen.

25 6. Zündanlage (1, 2, 41) nach Anspruch 4 oder 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Energiespeicher (3) mit einer Spannungsmesseinheit
(18, 19) verbunden ist, welche die Zündspannung überwacht,
wobei die Spannungsmesseinheit (18, 19) ausgangsseitig über
30 eine steuerbare Stromquelle (20, 21) oder eine steuerbare
Stromsenke mit der Steuerleitung verbunden ist, um auf der
Steuerleitung ein Stromsignal (37) entsprechend der gemesse-
nen Spannung einzuprägen.

35 7. Zündanlage (1, 2, 41) nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Spannungsmesseinheit (18, 19) einen Komparator (19) mit zwei Eingängen aufweist, zwischen denen der Energiespeicher (3) geschaltet ist, wobei der Komparator (19) die steuerbare Stromquelle (20, 21) bzw. die steuerbare Stromsenke
5 beim Überschreiten eines vorgegebenen Referenzspannungswerts aktiviert.

8. Zündanlage (1, 2, 41) nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 dass der Energiespeicher (3) über einen Schutzwiderstand (18) mit dem Komparator verbunden ist.

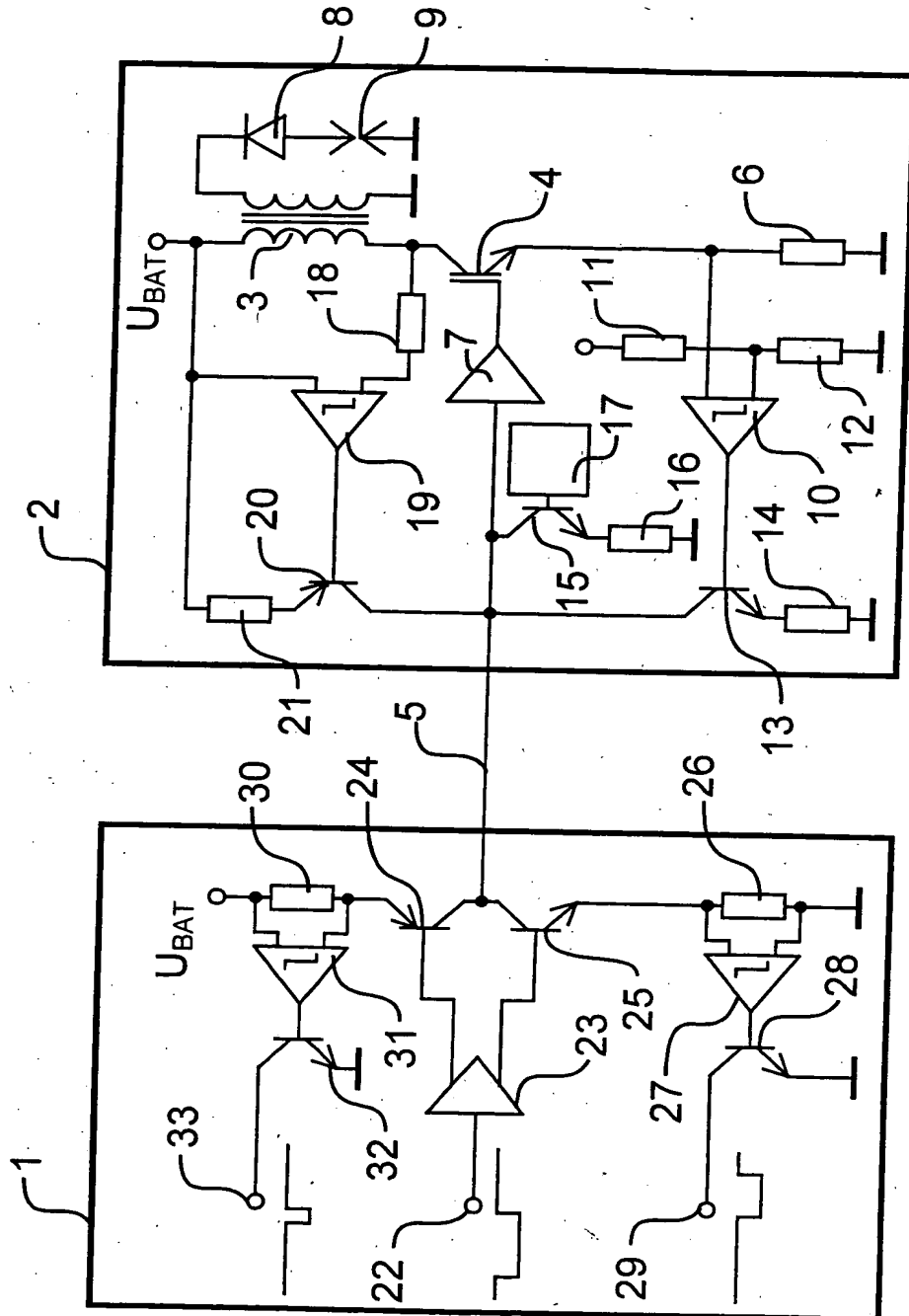


Fig. 1

2/6

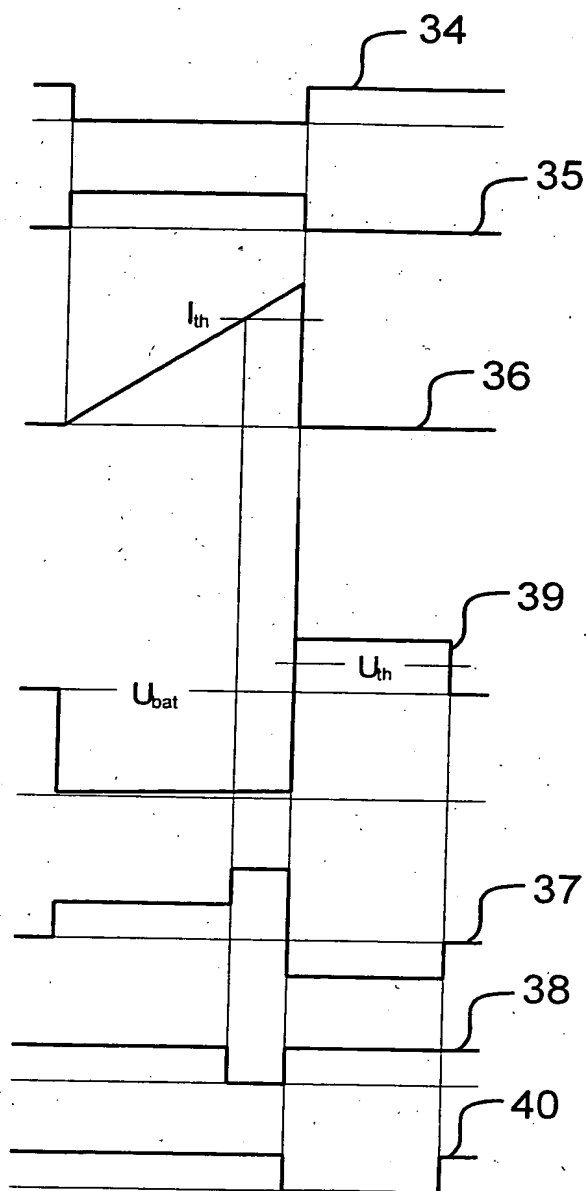


Fig. 2

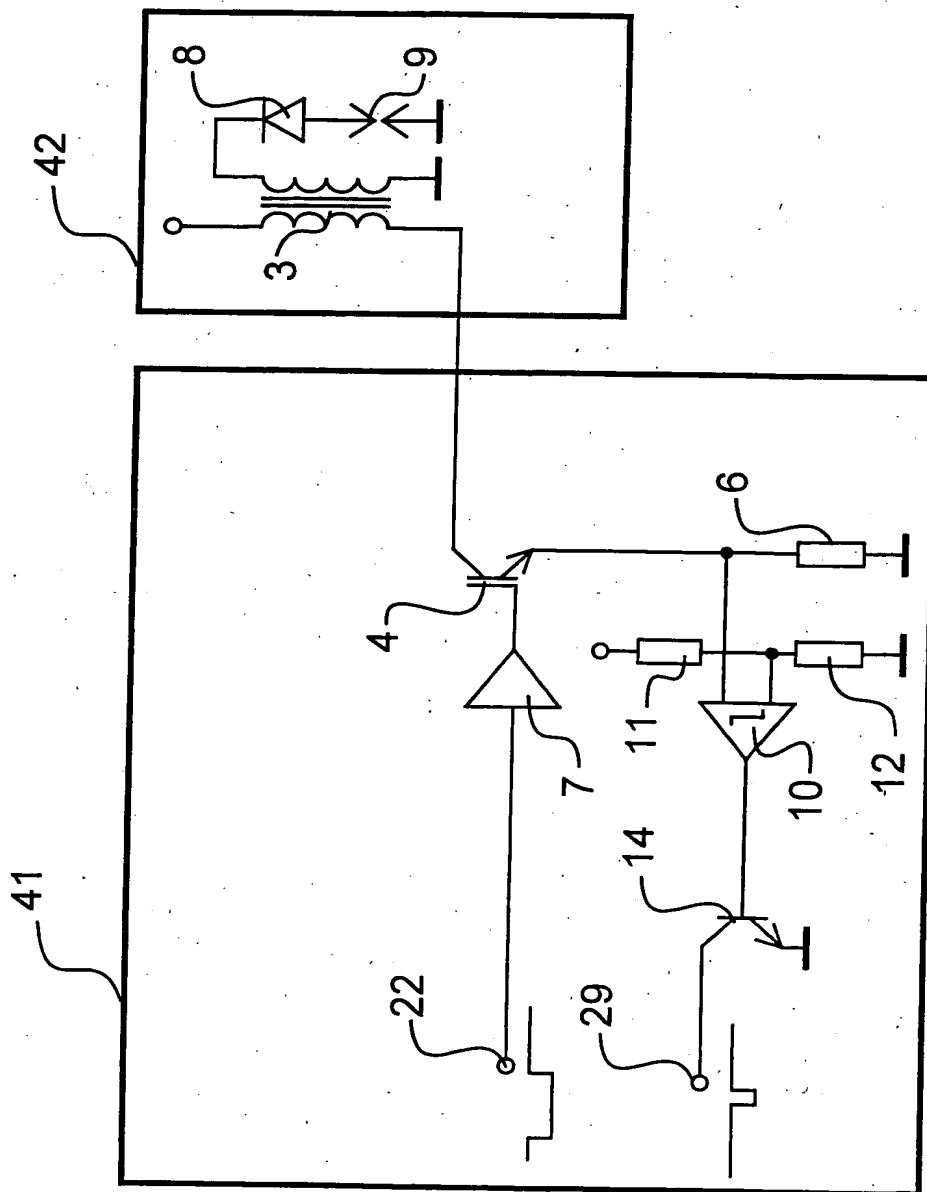


Fig. 3

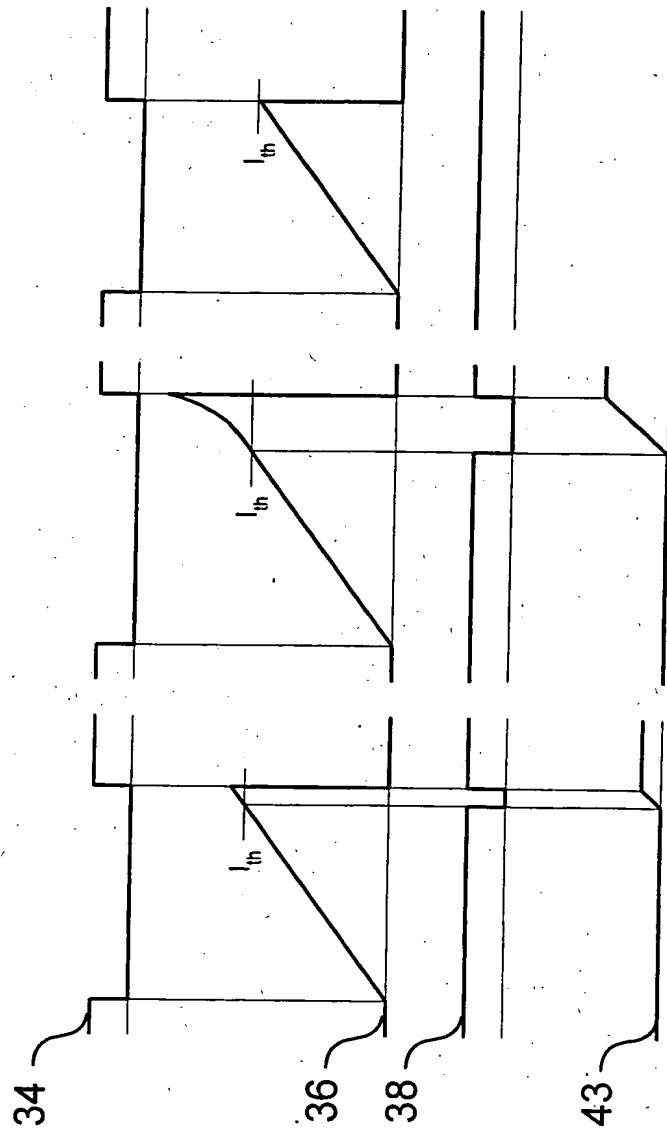


Fig. 4

08.03.01

23

5/6

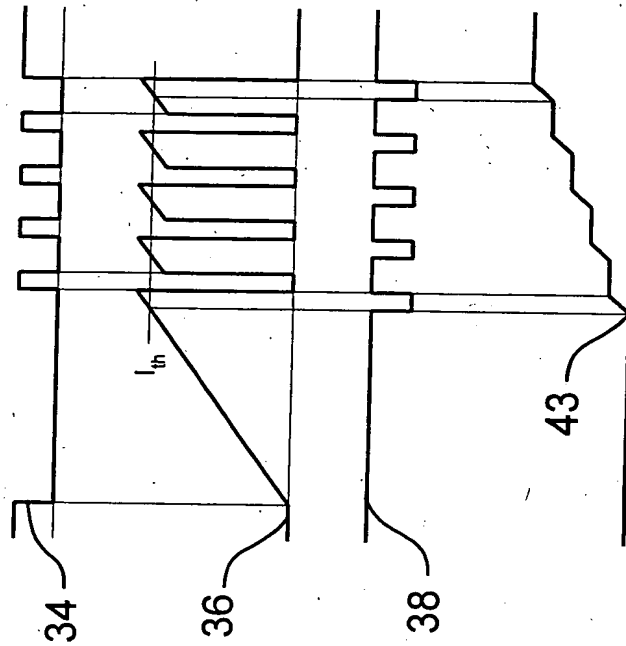


Fig. 5

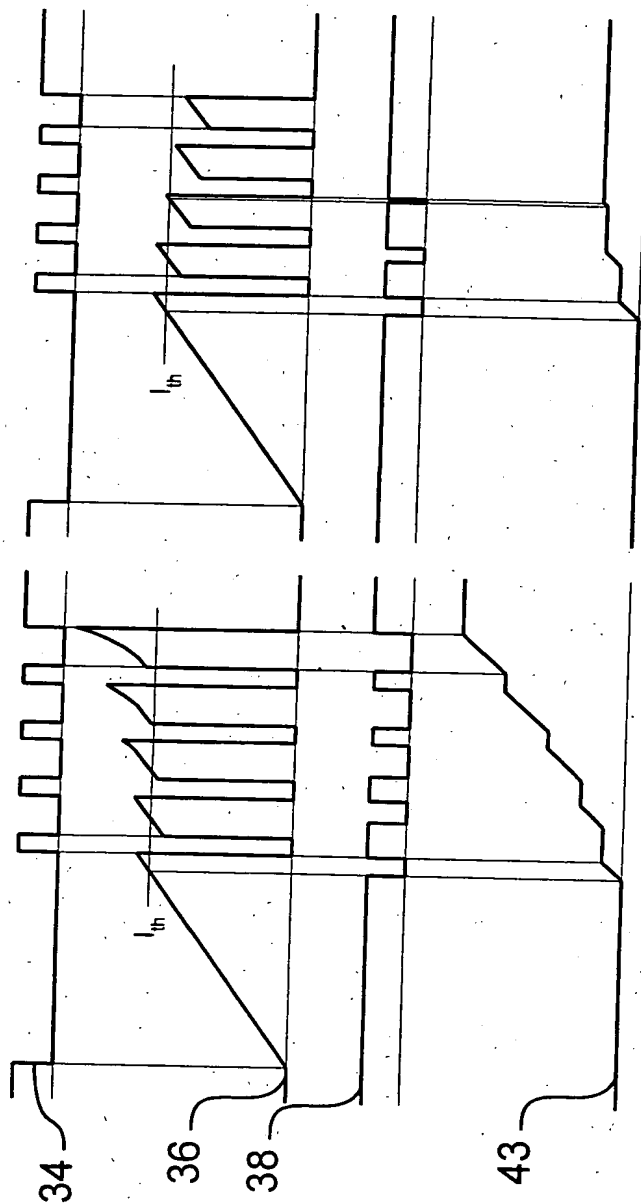


Fig. 6